

1140 тыс. руб./км. Применение золы для устройства дополнительных морозозащитных и теплоизолирующих слоев дорожной одежды является в особенности эффективным. Однако для отсыпки земляного полотна автомобильных дорог при условии организации армирования и гидроизоляции конструктивных элементов, устраиваемых из золы, экономическая эффективность ее применения весьма низкая и может уступать традиционно используемым строительным материалам – грунт, песок, скальные материалы.

Библиографический список

1. Неволин Д.Г., Дмитриев В.Н., Кошкарров Е.В. и др. Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог: монография / Под ред. Д.Г. Неволына, В.Н. Дмитриева. Екатеринбург: УрГУПС, 2015. 291 с.
2. ОДМ 218.2.031-2013 Методические рекомендации по применению золы уноса и золошлаковых смесей от сжигания угля на тепловых электростанциях в дорожном строительстве. Издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 04.03.2013 N 250-р.

УДК 528.3

Студ. В.М. Хроненко
Рук. С.А. Чудинов
УГЛТУ, Екатеринбург

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ ПРИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ**

Одной из основных задач, выполняемых при геодезических работах, – это топографическая съемка и составление подробного плана местности. Для осуществления данных работ традиционно применяется методика наземной съемки посредством электронного тахеометра, а также производятся измерения, используя спутниковые снимки. С помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), появившихся на вооружении специалистов в начале XXI в., проводить данные работы стало значительно эффективнее [1].

БПЛА представляют собой устройства, способные производить маневры в воздухе без экипажа, подчиняясь дистанционному управлению или заданной программе (рис. 1).



Рис. 1. Беспилотный летательный аппарат на примере квадрокоптера DJI Phantom 3 Professional

Применение БПЛА для геодезической съемки помогает за более короткие сроки получать топографическую карту местности масштаба от 1:500 до 1:2000 и более мелкого. Кроме того, аэрофотосъемка с использованием БПЛА перед космической и традиционной имеет преимущества [2].

1. Маловысотная (позволяет проводить съемку на высотах от 100 до 1000 м).
2. Высокое разрешение на местности (видны мельчайшие детали рельефа и объекты даже сантиметрового размера).
3. Возможность снимать под углом к горизонту (перспективная съемка), что невозможно при космической съемке и довольно сложно при традиционной аэрофотосъемке.
4. Возможность создания панорамных снимков (спутниковая и традиционная аэрофотосъемка не имеют такой возможности).
5. Оперативность (весь цикл от выезда на съемку до получения конечных результатов занимает несколько часов в течение одного дня).
6. Низкая стоимость (значительно дешевле традиционных методов аэрофотосъемки).
7. Экологическая безопасность (для работы используется электрический двигатель, что обеспечивает практическую бесшумность и экологическую чистоту полетов).
8. Способность зависать в воздухе и выполнять съемку не только земной поверхности (плановые и перспективные снимки), но и инженерных сооружений.
9. Отсутствие потребности во взлетной полосе (катапульте).

Практика применения БПЛА при геодезических работах на настоящее время показала эффективность данной технологии и требуемую точность получаемых результатов, что доказывают результаты исследований применения БПЛА для фасадной съемки и построения 3D модели объекта.

Фасадная съемка – это геодезическая съемка поверхностей здания с целью определения точных размеров элементов фасада и размера фасада в целом. Предметом исследования для построения 3D модели был выбран объект культурного наследия – «Шамовская больница» (г. Казань).

Для проведения работ по созданию 3D модели использовался мультикоптер DJI Spreading wings S1000 с карданным подвесом Zenmuse Z15-5D III, позволяющим задавать отвесное положение оптической оси съемочной камеры. В качестве фотокамеры использовался Canon Mark III (размер матрицы 24 мм x 36 мм, фокусное расстояние 25 мм.). Одна из характерных фотографий объекта представлена на рис. 2, а.



а



б

Рис. 2. Фотография объекта (Шамовская больница) и облако точек фасадов здания:
а – фотография объекта; б – облако точек фасада здания

Обработка перекрывающихся снимков позволила построить облако точек для фасадов здания (рис. 2, б).

Оценка точности построения облака точек выполнена на основе сравнения расстояний, полученных из измерений, выполненных тахеометром и измерений тех же расстояний на облаке точек. Результаты сравнения (фрагмент) представлены в таблице.

Оценка точности построения облака точек (фрагмент)

Точки	Расстояние (тахеометр) (м)	Расстояние (Pix4D)(м)	Δ (мм)
214-215	3.853	3.857	-4
238-239	1.554	1.556	-2
93-95	1.724	1.722	2
229-230	0.261	0.261	0
242-243	1.116	1.115	1
125-128	2.188	2.192	-4

Таким образом, результаты, полученные в ходе выполненных исследований, позволяют сделать выводы о возможности применения БПЛА для решения задач топографии и прикладной геодезии. Фактически, БЛА становится инструментом, средством измерения аналогично тахеометру и лазерному сканеру. Применение БПЛА-технологий позволяет оперативно получать качественные, объективные материалы и достигать положительных результатов.

Библиографический список

1. Чудинов С.А. Современные геодезические приборы при изысканиях и строительстве автомобильных дорог [Электронное издание]: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
2. Неволин Д.Г., Дмитриев В.Н., Кошкарров Е.В. и др. Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог: монография / Под ред. Д.Г. Неволлина, В.Н. Дмитриева. Екатеринбург: УрГУПС, 2015. 291 с.

УДК 625.85

Маг. С.М. Чигорин
Рук. Н.А. Гриневич
УГЛТУ, Екатеринбург

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Асфальтобетон является наиболее распространенным материалом для устройства дорожных покрытий. Однако под воздействием возрастающих транспортных нагрузок и факторов окружающей среды срок службы асфальтобетонных покрытий недостаточно высок. В связи с этим основной целью проектирования составов асфальтобетона является создание оптимальной структуры с заранее заданными свойствами, которые позволили бы обеспечить требуемые характеристики и долговечность устраиваемого дорожного покрытия.

Для достижения этой цели принято решать специальные задачи, связанные с испытаниями асфальтобетона и прогнозированием работоспособности асфальтобетонных слоев в дорожных конструкциях. В ряде стран на государственном уровне финансировались стратегические научно-исследовательские программы, направленные на разработку новых методов проектирования составов и оценки эксплуатационных свойств асфальтобетона.